

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

N°.....

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Etat

Clément BÉAL

Externe des Hôpitaux de Paris

Né à Paris, le 30 Juin 1914

Etude de la surveillance sanitaire des eaux potables dans la zone des armées

Président : M. TANON, Professeur.

PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME DE PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

IMPRIMERIE E. DESFOSSÉS

13, Quai Voltaire

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Etat

Clément BÉAL

Externe des Hôpitaux de Paris

Né à Paris, le 30 Juin 1914

Etude de la surveillance sanitaire des eaux potables dans la zone des armées

Président : M. TANON, Professeur.

PARIS
SOCIÉTÉ ANONYME DE PUBLICATIONS PÉRIODIQUES
IMPRIMERIE E. DESFOSSÉS
13, Quai Voltaire



LE DOYEN

TIFFENEAU

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie
 Physiologie
 Physique médicale
 Chimie médicale
 Bactériologie
 Parasitologie et histoire naturelle médicale
 Pathologie et thérapeutique générales
 Pathologie médicale
 Pathologie chirurgicale
 Anatomie pathologique
 Histologie
 Pharmacologie et matière médicale
 Thérapeutique
 Hygiène et médecine préventive
 Médecine légale
 Histoire de la médecine et de la chirurgie
 Pathologie expérimentale et comparée
 Hydrologie thérapeutique et climatologie

ROUVIÈRE.
 Léon BINET.
 Strohl.
 POLONOVSKI.
 Robert DEBRÉ.
 BRUMPT.
 BAUDOUIN.
 ABRAMI.
 MONDOR.
 LEROUX.
 CHAMPY.
 TIFFENEAU.
 HARVIER.
 TANON.
 BALTHAZARD.
 LAIGNEL-LAVASTINE.
 FIESSINGER.
 CHIRAY.
 LOEPER.
 CARNOT.
 CLERC.
 Marcel LABBÉ.
 LEREBoullet.
 NOBÉCOURT.
 H. CLAUDE.
 GOUGEROT.
 GUILLAIN.
 LUMIERRE.
 CUNÉO.
 GOSSET.
 GRÉGOIRE.
 LENORMANT.
 TERRIEN.
 CHEVASSU.
 COUVELAIRE.
 JEANNIN.
 LÉVY-SOLAL.
 MOCQUOT.
 OMBREDANNE.
 RATHERY.
 LEMAITRE.
 Pierre DUVAL.
 M. VILLARET.
 TROISIER.
 MATHIEU.
 LAUBRY.
 Clovis VINCENT.
 N...
 HAZARD.
 HOVELACQUE.
 MULON.
 OLIVIER
 SANNIÉ.
 VERNE.

Clinique médicale

Hygiène et clinique de la première enfance
 Clinique des maladies des enfants
 Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale
 Clinique des maladies cutanées et syphilitiques
 Clinique des maladies du système nerveux
 Clinique des maladies infectieuses

Clinique chirurgicale

Clinique ophtalmologique
 Clinique urologique

Clinique d'accouchements

Clinique gynécologique
 Clinique chirurgicale infantile et orthopédie
 Clinique thérapeutique médicale
 Clinique oto-rhino-laryngologique
 Clinique thérapeutique chirurgicale
 Clinique propédeutique
 Clinique de la Tuberculose
 Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte
 Clinique de cardiologie
 Clinique de neuro-chirurgie
 Assistance Médico-sociale

Professeurs sans chaire

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

AMELINE	Pathologie chirurgicale.
BARIÉTY	Pathologie médicale.
BÉNARD Henri	Pathologie médicale.
BERNARD Etienne.	Pathologie médicale.
BESANÇON Justin.	Hydrologie.
BOULIN	Pathologie médicale.
BULLIARD	Histologie.
CATHALA	Pathologie médicale.
CHEVALLIER ..	Pathologie médicale.
COSTE	Pathologie médicale.
DOGNON	Physique.
FEY	Urologie.
FUNCK	Pathologie chirurgicale.
GALLIARD	Parasitologie.
GASTINEL	Bactériologie.
DE GAUDART D'ALLAINES.	Pathologie chirurgicale.
GAYET	Physiologie.
DE GENNES ..	Pathologie médicale.
GIROUD	Histologie.
HAGUENAU ..	Pathologie médicale.
HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie.
HUGUENIN ...	Anatomie pathologique.
JOANNON	Hygiène.
LACOMME	Obstétrique.

MM.

LANTUÉJOUL .	Obstétrique.
LAROCHE Guy	Pathologie médicale.
LAVIER	Parasitologie.
LELONG	Pathologie médicale.
LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
M ^{lle} J. LÉVY .	Pharmacologie.
LÉVY-VALENSI	Neurologie et Psychiatrie.
MÉNÉGAUX ..	Pathologie chirurgicale.
MOLLARET ..	Pathologie médicale.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET.	Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN	Pathologie médicale.
PETIT-DUTAILLIS..	Pathologie chirurgicale.
PIÉDELIEVRE.	Médecine légale.
PORTES	Obstétrique.
RENARD	Ophthalmologie.
RICHEL	Physiologie.
SÈNÈQUE	Pathologie chirurgicale.
TURPIN	Pathologie médicale.
VIGNES	Obstétrique.
WILMOTH	Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens.

MM.

ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CHAILLEY-BERT..	Physiologie.
GUENIOT	Obstétrique.
HEITZ-BOYER.	Pathologie chirurgicale.

MM.

LARDENNOIS .	Pathologie chirurgicale.
LE LORIER ...	Obstétrique.
NEVEU-LEMAIRE..	Parasitologie.
SCHWARTZ ..	Pathologie chirurgicale.
VAUDESCAL ..	Obstétrique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

MM.		MM.	
ALAJOUANINE...	} Clinique médicale.	BASSET	} Clinique chirurgicale
AUBERTIN		BROCQ	
BRULÉ.....		CADENAT	
CHABROL		GATELLIER	
DONZELOT		MOURE	
DUVOIR		QUENU	
LIAN		VELTER.....	
PASTEUR - VAL- LERY-RADOT..			
SÉZARY.....			

MM.	
ÉCALLE	} Clinique obstétricale.
METZGER	

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé.....	Education physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans des dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A Monsieur le Professeur TANON,
Professeur d'Hygiène et de Médecine Préventive,
Membre de l'Académie de Médecine,
Officier de la Légion d'Honneur,
Croix de Guerre,

*qui m'a fait le grand honneur
d'accepter la présidence de
cette thèse. Hommage de ma
gratitude.*

A TOUS LES MIENS

A MES MAITRES DANS LES HÔPITAUX

A MES AMIS

AVANT-PROPOS

L'étude de la surveillance sanitaire des eaux en temps de paix est déjà d'une extrême importance et point n'est besoin de recourir à des exemples pour le montrer, l'expérience personnelle d'un chacun suffit à le prouver.

L'importance de cette étude ne diminue nullement en temps de guerre. Bien au contraire. Les eaux situées dans les zones où se déroulent les opérations militaires ont beaucoup plus de chances d'être contaminées qu'en temps normal; elles sont soumises à tant de perturbations que ce serait un non-sens de ne point les suspecter *a priori*. Les bombardements détruisant les canalisations, modifiant profondément la structure du sol, et, même celle du sous-sol, bousculent et souillent les nappes souterraines; les multiples cadavres; les empoisonnements volontaires, microbiens ou toxiques; l'usage des gaz de combat, sont autant de raisons justifiant cette suspicion.

D'autre part l'hydrologue chargé d'enquêter sur la potabilité des eaux va se heurter à de nombreuses difficultés. Ne lui faut-il pas en effet répondre vite, alors qu'il ne dispose que d'un matériel rendu réduit par les exigences de la campagne et que les recherches à effectuer sont plus nombreuses? Pourtant, malgré les mauvaises conditions d'examen, il faut donner une réponse, il faut permettre de boire une eau ou la proscrire; l'erreur n'est plus permise, car les répercussions en seraient incalculables. Le commande-

ment militaire en campagne est, très justement d'ailleurs, plus impératif qu'en tout autre moment; il est en effet aussi important pour lui de ne pas risquer de voir s'altérer l'état sanitaire de ses effectifs, que de supprimer à la légère des points d'eau peut-être presque indispensables, surtout dans certaines régions battues par le feu de l'ennemi.

Aussi dans ce présent travail, nous sommes-nous attachés à préciser comment l'on pouvait répondre rapidement mais utilement à la question : « telle eau est-elle potable? » C'est-à-dire que nous avons voulu à la fois établir un ensemble de méthodes pratiques et rapides apportant une solution exacte et indiquer la façon rationnelle d'en interpréter les résultats.

Notre exposé comprendra trois grands chapitres :

a) Le premier, très important, dans lequel nous indiquerons comment déceler la souillure organique;

b) Le second, où nous traiterons la question microbienne;

c) Enfin dans un troisième, nous avons voulu établir un contrôle rapide traduisant la dissolution des gaz de combat dans l'eau.

Mais l'étude ne serait point complète, si nous n'en venions pas à envisager la récupération des eaux ainsi contaminées, ce qui sera fait dans un dernier paragraphe où nous montrerons dans quelle mesure l'épuration est possible. Dans notre conclusion, nous ferons une récapitulation des eaux rendues dangereuses pour la consommation.

CHAPITRE PREMIER

SURVEILLANCE SANITAIRE DE L'EAU POTABLE

AU POINT DE VUE CHIMIQUE

Beaucoup s'imaginent qu'une eau claire et limpide, sans odeur, d'une saveur agréable est une « eau potable ». En fait ce n'est pas toujours exact, et dès maintenant il convient de corriger cette tendance parfois trop répandue qui consiste à croire que tout ce qui plait est sans défaut, et qu'une eau naturellement agréable est forcément bonne à boire.

En effet, parmi les eaux, même en apparence les plus pures, certaines peuvent être rendues nocives — surtout pendant la guerre — par de multiples éléments que nous étudierons plus loin, la plupart résultant d'un apport organique, végétal et surtout animal. Eau potable n'est pas synonyme d'eau plaisante au goût, mais au contraire d'eau pouvant être bue sans danger, et sur ce dernier point le spécialiste seul a la parole.

Avant d'étudier la potabilité d'une eau sous l'angle bactériologique et toxicologique, contentons-nous d'envisager

pour l'instant la question dans le domaine chimique. Quelles sont donc ces substances susceptibles de transformer une eau, en apparence inoffensive, en eau redoutable à consommer? Telle est la première question qui se pose.

En temps ordinaire, l'hydrologue recherche surtout la présence de nitrites, nitrates, de substances organiques; il apprécie la digestibilité de l'eau, condamnant les eaux trop richement minéralisées, ou celles au contraire dont le degré hydrotimétrique est trop faible.

En temps de guerre, certes les mêmes règles sont observées, les mêmes recherches effectuées; mais on se montre à la fois moins délicat et plus systématique. L'on ne s'occupe pas tant de la digestibilité de l'eau que d'établir l'existence de souillures organiques. En effet, les bombardements amenant une perturbation constante, un invraisemblable désordre dans les conduites d'eaux souterraines et les réservoirs d'eau naturels ou artificiels; le sol étant jonché de cadavres, le sous-sol truffé de sépultures hâtives, de cimetières de fortune; l'eau dépendance de ce sol, si profondément modifié et entaché de tant de souillures, doit être systématiquement considérée comme suspecte, donc analysée. C'est évidemment par les multiples déchets ainsi rencontrés au cours de pérégrinations nombreuses et variées que l'eau devient dangereuse avec une extrême facilité.

D'où nécessité absolue de rechercher avant tout l'élément le plus souvent en cause, la souillure organique. Et pour arriver à un résultat rapide, Ch.-O. Guillaumin, qui a subi — voici bientôt vingt et un ans — l'épreuve de quatre années de campagne, conseille d'effectuer les quatre dosages suivants :

- 1° Dosage des matières organiques;
- 2° Dosage de l'ammoniaque saliné;
- 3° Dosage des nitrites;
- 4° Dosage des phosphates.

Il existe, en outre, certaines recherches secondaires, dont nous dirons un mot à la fin du présent chapitre.

Il est classique de prétendre que la présence de matières organiques et d'ammoniaque en excès est liée à un apport organique animal assez proche. Il en est de même pour l'azote nitreux, bien que dans ce cas le sol joue un rôle indéniable, il s'agit en effet d'un sol qui par sa nature particulière ralentit l'autoépuration de la nappe suspecte. Quant à la présence de phosphates elle est — pour beaucoup — un témoin presque infaillible de souillure par cadavres; il est bien certain en effet que tout le monde s'accorde pour dire que les phosphates sont absents des eaux potables.

« Mais notons dès maintenant et soulignons que cette étude n'aura de valeur que si nous procédons au dosage de ces quatre constituants, parce que seuls les chiffres permettront des conclusions certaines. »

Donnons quelques indications quantitatives pour fixer les idées.

La matière organique — même dans une eau très pure — atteint presque toujours quelques dixièmes de milligrammes par litre (exprimé en 0°). L'on peut donner cependant 3 milligrammes comme limite tolérable.

L'ammoniaque saline est pratiquement absente des eaux potables, elles n'en renferment habituellement qu'un taux inférieur à 0 mgr. 02 par litre (exprimé en N); ce taux atteint 0 mgr. 15 à 0 mgr. 20 dans des eaux franchement souillées, aussi fixe-t-on 0 mgr. 10 comme limite supérieure permise.

L'azote à l'état nitreux peut se rencontrer en des eaux rendues assez riches en nitrates par la nature même du sol, mais il est certain qu'un taux supérieur à 0 mgr. 020 par litre n'a jamais été rencontré dans une eau potable.

Voici, très brièvement exposés, les détails analytiques de ces différentes substances :

1° *Dosage des matières organiques.*

La matière organique est dosée par le permanganate en milieu bicarbonaté après simple décantation de l'eau à analyser.

Prenons une série de 5 tubes à essais et versons dans chacun d'eux 10 cc. d'eau à analyser, puis 1 cc. de solution saturée de bicarbonate de soude.

Faisons bouillir au bain-marie.

A l'aide d'une pipette graduée au dixième de cc, nous mettons successivement dans chacun d'eux

0 cc. 5; 0 cc. 4; 0 cc. 3; 0 cc. 2; 0 cc. 1

d'une solution de permanganate de potassium au 1/80.

Après avoir mélangé et porté dix minutes au bain-marie, on compare la teinte rose que présente chacun d'eux (teinte résultant du permanganate non réduit) avec celle de tubes contenant 12 cc. d'eau et des quantités croissantes et connues de la solution de permanganate.

La quantité de matière organique contenue dans l'eau correspond à la quantité de permanganate consommé, exprimée par la différence entre la dose de permanganate mise en contact avec l'eau et la dose de permanganate qui reste libre après ce contact.

2° *Dosage de l'ammoniaque saline.*

La méthode la plus simple et la plus rapide est la suivante :

Il faut avant tout procéder à l'élimination des calcaires de l'eau par défécation alcaline. A cet effet, on se sert de flacons bouchés à l'émeri que l'on remplit de l'eau à analyser ; on ajoute une pastille de potasse d'environ 0 gr. 20. On bouche soigneusement le flacon.

Pour activer la défécation on chauffe à 25 ou 30° quelques instants. (Dans le cas particulier où l'eau est reconnue comme étant séléniteuse, on ajoute encore une pincée de carbonate de soude pur et calciné.) Ceci fait, après décantation du carbonate de chaux, on décante dans un petit ballon de 50 cc. et on ajoute 2 cc. du réactif de Nessler.

Au bout de cinq à dix minutes, la coloration jaune ou brune obtenue est évaluée par comparaison avec une échelle étalon stable préparée avec des sels métalliques (sels de cobalt, de platine et d'or). Cette gamme d'étalons est constituée par 5 tubes numérotés, choisis de la teinte et du diamètre voisins des tubes à doser ; la comparaison doit se faire, bouchon enlevé, en observant les teintes dans l'axe du tube sur un fond de papier blanc.

Le 1^{er} tube correspond à une teneur en N ammoniacal par litre de 0 mgr. 00 ;

Le 2^e tube correspond à une teneur en N ammoniacal par litre de 0 mgr. 05 ;

Le 3^e tube correspond à une teneur en N ammoniacal par litre de 0 mgr. 10 ;

Le 4^e tube correspond à une teneur en N ammoniacal par litre de 0 mgr. 15 ;

Le 5^e tube correspond à une teneur en N ammoniacal par litre de 0 mgr. 20.

Au-dessus de 0 mgr. 10 l'eau est considérée à juste titre comme dangereuse.

3° Dosage de l'azote nitreux.

Nous nous servirons du réactif de Griess, conservé en deux solutions.

Solution A	{	Acide sulfanilique	0 gr. 40
		Acide acétique	10 cc.
		Eau	90 cc.
Solution B	{	Naphtylamine	0 gr. 50
		Acide acétique	30 cc.
		Eau	70 cc.

On mesure dans un tube à essais, gradué à 23 cc.

20 cc. d'eau à analyser,

2 cc. réactif A,

1 cc. réactif B.

Il se forme une coloration plus ou moins rouge que l'on compare à une solution de fuchsine basique au 1/100.000, préparée journellement. Voici la correspondance entre la teneur de l'eau en azote nitreux rapportée au litre et les volumes de cette solution de fuchsine diluée à 23 cc.

Fuchsine (en cc.)	N nitreux (en mgr.)
0,1	0,002
0,2	0,005
0,4	0,010
0,5	0,015
0,65	0,020
0,8	0,025
1,30	0,040
1,60	0,050

Toute eau contenant plus de 0 mgr. 020 est à proscrire.

4° Dosage des phosphates.

L'analyse est simple. Dans un flacon on met :

10 cc. d'eau à analyser,

0 cc. 25 d'acide nitrique,

1 cc. du réactif strychninomolybdique de Deniges.

On observe un trouble très net à partir de 0 gr. 10 d'acide phosphorique par litre. Cette limite descend à 0 gr. 05 si l'observation peut être faite en lieu sombre par éclairage latéral à l'aide d'une lampe électrique.

En vérité, il convient d'obtenir une précision encore plus grande. Pour cela, sur chacun des 10 cc. d'une gamme-étalon représentant de 0 mmgr. 10 à 2 mmgr. 5 d'acide phosphorique par litre, on effectue la réaction de Deniges dans les mêmes conditions que pour l'essai. La comparaison néphélométrique est faite par une observation parallèle des louches obtenus, sur un fond de papier blanc sur lequel sont tracés, à l'encre de Chine, des traits parallèles mais d'épaisseur décroissante; l'égalité étant obtenue quand le même trait est devenu invisible à la fois sur les deux tubes.

Nous avons dit que le taux de phosphates d'une eau vierge de toute souillure était pratiquement imperceptible.

Signalons, cependant, que lorsqu'il fut dosable dans certaines régions, dans la Somme en particulier, le taux était le plus souvent 0 milligr. 1 pour n'atteindre que rarement un maximum de 0 milligr. 3 par litre; c'est-à-dire que sauf dans les régions de gisements phosphatés où il y a une hésitation de quelques dixièmes de milligramme, un taux perceptible de phosphate doit toujours être attribué à une origine non géologique.

Quelques recherches complémentaires.

Nous n'insisterons que très peu sur ces recherches complémentaires dont l'importance est assez discutable en campagne. Elles n'interviennent, en vérité, qu'en période de secteur, lorsqu'il s'agit de compléter les premières données d'urgence en vue du choix de l'établissement d'un poste de javellisation ou de la sélection et la surveillance des eaux d'un cantonnement.

Le dosage du chlore, bien qu'il soit classique de l'indiquer comme étant de première importance, est depuis quelques années passé au second plan des recherches. En effet, la question des chlorures est très spéciale. Le chiffre absolu de chlore contenu dans l'eau prouve assez peu de chose. Telle eau, pure, contiendra une assez grande proportion de chlorures, parce qu'elle a traversé des terrains chlorés; telle eau, très impure, empruntant ses chlorures aux matières fécales et aux urines peut en contenir moins que la première. Ce qui paraît plus important, c'est la variation brusque des chlorures, l'apparition brutale de ces derniers ou encore leur augmentation indique une origine organique.

Le dosage se fait à l'aide de la solution décimormale de nitrate d'argent, dont 1 cc. correspond à 0 gr. 0035 de chlore ou 0 gr. 00585 de chlorure de sodium. Disons, qu'ordinairement, par mesure de prudence, on devra tenir comme suspecte toute eau renfermant plus de 0 gr. 050 de chlore par litre.

La question des nitrates peut être également envisagée. Classiquement, une eau qui renferme plus de 2 milligrammes de nitrates au litre n'est pas bonne à boire. Pour en faire le dosage, on utilise le réactif sulfophéniqué (12 gr. d'acide phénique dans 114 gr. d'acide sulfurique pur) qui donne avec les nitrates et l'ammoniaque, du picrate d'ammoniaque jaune qui permet de faire un dosage colorimétrique. Signalons, enfin,

que certaines eaux, particulièrement riches en sels calcaires et magnésiens, peuvent occasionner des diarrhées, parfois très abondantes chez certains sujets assez sensibles. Si de pareils cas se présentent, il convient de rechercher, par les méthodes classiques, le degré hydrotimétrique de ces eaux, on aura ainsi assez souvent la clef du diagnostic.

En France, le degré hydrotimétrique moyen est fixé à 23. En fait, en temps de guerre, on accepte des eaux titrant 35 degrés hydrotimétriques, bien qu'il convienne de ne pas en abuser. On sait que les eaux, trop faiblement minéralisées sont aussi à éviter, étant donné leur trop faible apport d'éléments nutritifs pour l'organisme. Mais, puisqu'en campagne elles ne seront pas consommées régulièrement par les mêmes effectifs, il convient d'être moins strict qu'en temps normal où l'on condamne les eaux dont le titre n'atteint pas 15 degrés.

Conclusions.

Ch.-O. Guilaumin, avec les méthodes analytiques exposées ci-dessus, pensait, que la réponse aux autorités militaires, pouvait être donnée en moins d'une heure par un expérimentateur quelque peu exercé. Et la potabilité de l'eau — au point de vue chimique — se trouve donc subordonnée aux caractéristiques suivantes :

Matières organiques : moins de 3 milligr. par litre;

Azote ammoniacal : : moins de 0 milligr. 10 par litre;

Azote nitreux : moins de 0 milligr. 020 par litre;

Phosphates : absence complète (ou au plus quantité égale au taux géologique local, toujours inférieur à 0 milligr. 3.)

Accessoirement :

— Recherche du chlore : en vérité sans valeur absolue, et

ne devant servir qu'à des comparaisons ultérieures pourvu qu'elles soient établies avec la même précision;

— Nitrates : utiles seulement à doser pour mesurer l'activité de l'épuration du sol; puisque des eaux riches en nitrates comme celles du Vermandois peuvent présenter une pureté biologique remarquable.

CHAPITRE II

SURVEILLANCE SANITAIRE DES EAUX

AU POINT DE VUE BACTÉRIOLOGIQUE

Les eaux contiennent, en général, un assez grand nombre de microbes d'espèces d'ailleurs très différentes. Ils viennent du sol, de l'air, des détritux de végétaux, et même de cadavres; la plupart d'entre eux s'adaptent fort bien à la température pourtant basse de l'eau (8 à 10 degrés environ). L'analyse bactériologique est nécessaire en temps de guerre. L'eau est rendue naturellement suspecte par l'apport de souillures aux origines variées, ainsi que nous l'avons déjà vu dans notre premier chapitre; en conséquence, la flore microbienne trouve, en pareil milieu, un terrain propice à son développement et à l'exaltation de sa virulence. Soulignons, enfin, que l'expérience des dernières guerres nous force à envisager la possibilité d'un apport volontaire de microbes par une main criminelle. L'éventuelle guerre bactériologique — bien qu'interdite par les conventions internationales — est toujours à redouter.

L'analyse microbienne est longue et difficile. De multi-

ples embûches se dressent sur le chemin de l'expérimentateur. Nous allons, cependant, étudier les moyens les plus pratiques, nous permettant d'affirmer la potabilité d'une eau, au point de vue microbien. Dans un premier exposé, nous établirons le pourcentage de bactéries contenues dans une eau, et, surtout, les conclusions à tirer de cette analyse quantitative; dans une seconde partie, nous passerons en revue les principales espèces pathogènes à redouter, et nous indiquerons dans quelle mesure elles peuvent être mises en évidence.

A) Analyse microbienne quantitative.

Cette analyse est assez simple au point de vue technique. Elle présente, en outre, l'avantage de ne demander qu'un matériel assez réduit, mais elle a l'inconvénient de n'apporter un résultat valable qu'au bout de cinq jours.

Méthode analytique.

La méthode exposée par M. le professeur Tanon est la plus simple et la plus couramment suivie.

On emploie la gélatine comme milieu de culture, afin que les microbes se développent à la température de l'eau.

A cet effet, on prend deux tubes de gélatine liquéfiée à 25° et l'on met dans l'un une goutte et dans l'autre trois gouttes de l'eau à examiner. Après avoir soigneusement agité, on coule en boîte de Petri.

Au bout de 48 heures, on examine : il n'y a ordinairement que quelques colonies rondes, blanches de staphylocoques de l'eau. On attend. Puis on regarde tous les jours jusqu'au quinzième jour. C'est le temps admis au cours

duquel tous les microbes des eaux auront poussé. On en fait alors l'identification en tenant compte de leur aspect, de leur couleur, des levures.

Mais il arrive très souvent que des microbes liquéfiant se développent vite, et, qu'il faille faire la numération avant. Sans cela, toutes les colonies se mélangeraient. On a ainsi un chiffre qui n'est pas celui que l'on aurait le quinzième jour. Par exemple, au cinquième jour, on voit que la gélatine commence à se liquéfier; il y a du *bacillus liquefactiens*, reconnaissable à sa forme, à l'odeur. On compte combien il y a de microbes dans la plaqueensemencée avec une goutte et celleensemencée avec trois gouttes. On fait la moyenne. On a ainsi le nombre au cinquième jour.

Ensuite, pour obtenir le nombre demandé, c'est-à-dire le nombre de microbes qui aurait été trouvé le quinzième jour — si la liquéfaction ne s'était point produite — on multiplie par certains coefficients indiqués par Vincent :

A partir du 5° jour..... $N \times 3,86$

A partir du 6° jour..... $N \times 3,05$

A partir du 7° jour..... $N \times 2,40$

Sachant qu'un centimètre cube donne 20 gouttes — avec le compte-gouttes ordinaire — il sera facile de faire le calcul demandé.

Il faut savoir :

1° Qu'une eau bonne bactériologiquement, c'est-à-dire renfermant 100 à 1.000 microbes au cc., mais dans laquelle on constate la présence de bactéries liquéfiantes, coïncide avec une analyse chimique mauvaise. Il y a des fermentations. D'où nécessité de la condamner;

2° Miquel pense, d'autre part, qu'à partir de 100.000 microbes banaux au cc., une eau doit être considérée comme franchement mauvaise.

Rares sont les eaux privées de germes! En général, on admet :

a) qu'une eau contenant moins de 100 germes au cc. est très pure;

b) que de 100 à 1.000 germes par cc., elle est encore pure;

c) mais elle devient malsaine aux environs de 10.000 germes.

Cette analyse quantitative a donc un réel intérêt, puisqu'elle nous apporte les données suffisantes pour proclamer l'interdiction de certaines eaux. Mais nous devons penser qu'il n'est pas toujours nécessaire, pour rendre une eau dangereuse, que sa flore microbienne soit abondante. La notion d'espèce entre en ligne de compte, et c'est pourquoi nous aborderons maintenant l'analyse qualitative incontestablement très utile.

B) *Analyse qualitative. — Recherche des espèces pathogènes.*

Si l'intérêt de cette recherche est indéniable, si les renseignements qu'elle nous apporte sont infiniment précieux dans bien des cas, il n'en demeure pas moins vrai que sa réalisation en est souvent difficile, et, que, parfois même, disons-le sincèrement, les résultats en sont assez peu satisfaisants.

Il convient de suspecter les puits, les étangs et toutes les nappes d'eau dormante; elles peuvent être plus facilement contaminées par un apport volontaire de l'ennemi, que les eaux courantes, même celles dont le débit est relativement faible. La recherche qualitative des espèces pathogènes s'adresse donc plus spécialement aux premières, surtout dans les zones récemment conquises; mais n'oublions pas que les rivières peuvent être également polluées par certains germes tels que l'éberth, le bactérium coli, le spirocheta ictéro-hémorragiœ pour ne citer que les plus courants. Quant aux bactéries putrides, au vibrion septique, aux bacilles du choléra et de la dysenterie, ils auraient plus de chance de contaminer des eaux tranquilles et animées d'aucun cou-

rant; bien que rien ne soit absolu en matière de pollution des eaux. Quoi qu'il en soit, nous n'envisagerons dans cette étude que les espèces pathogènes les plus souvent rencontrées parmi toutes celles ayant la possibilité de vivre dans le milieu aquatique.

a) *Le colibacille, le bacille d'Eberth et l'eau.*

Le bactérium coli est facile à mettre en évidence dans l'eau. C'est là un fait important, car la présence de nombreux colibacilles nous permet d'affirmer l'existence de matières fécales ou de matières organiques provenant de corps en décomposition. Nous devons faire remarquer que trouver du colibacille dans l'eau ne signifie pas toujours que l'eau soit dangereuse à boire, mais qu'elle est susceptible de le devenir. Ces eaux à bactérium coli sont souvent des eaux recevant des infiltrations de fosses à purin, de souillures superficielles, si nombreuses en campagne! Pendant des années, elles peuvent ne causer aucune maladie, mais cependant elles doivent être rejetées, car le jour où les matières fécales proviendront d'un typhique, l'épidémie éclatera. Mais, objecte-t-on, le colibacille habite aussi l'intestin des animaux, sa présence ne veut donc pas toujours dire souillure humaine. Là encore il y a une question de nombre et de fréquences, les eaux riches en colibacilles sont pathogènes parce qu'elles supposent un pourcentage d'éléments en décomposition suffisamment important pour troubler le fonctionnement normal de l'organisme, et nous verrons plus loin quelle est la limite à ne pas dépasser.

Technique de recherche et de numération.

On se sert d'une pipette graduée en centimètres cubes, et l'on compte combien elle donne de gouttes au centimètre cube, soit 25 gouttes.

On prend 6 tubes de bouillon phéniqué, le meilleur milieu de culture pour le colibacille, car la plupart des autres germes ne peuvent pousser.

Dans le 1^{er} tube, on met 1 goutte d'eau

Dans le 2^e tube, on met 2 gouttes d'eau

Dans le 3^e tube, on met 5 gouttes d'eau

Dans le 4^e tube, on met 1 cc.

Dans le 5^e tube, on met 5 cc.

Pour le 6^e tube, on met 10 cc.

Dans un flacon stérilisé, on met 50 cc.

Dans un 2^e flacon stérilisé, on met 100 cc.

Pour ces deux flacons, mettre du bouillon concentré, afin qu'il ne soit pas trop dilué par la plus grande quantité d'eau à analyser.

Après 24 heures d'étuve à 40°, on examine entre lame et lamelle et lorsque l'on aura trouvé une bacille on le repiquera afin de mieux identifier ses caractères (Recherche de l'Indol, etc.).

Numération.

1° Si pas de bacille dans le deuxième flacon (100 cc.)
= eau très pure;

2° Si bacille dans ce flacon et pas dans les autres = il y a au moins 10 colibacilles au litre;

3° Si présence de coli dans le cinquième tube, et rien dans les quatre premiers, il y a au moins 1 coli dans 5 cc., donc 200 au litre;

4° S'il y a dans le premier tube, ensemencé avec 1 goutte, il y a donc au moins 1 colibacille par goutte, soit 25.000 au moins par litre (la pipette ayant donné 25 gouttes au cc.).

Résultats.

En général, on considère que du moment où il existe 50 bactérium coli au litre d'eau, cette dernière doit être déclarée suspecte. Certaines réserves doivent cependant être formulées. Il existe, en effet, souvent une espèce voisine du colibacille, espèce non virulente, nommée bactérium coli aërogène, dont l'aspect morphologique des cultures est semblable, et qui, comme lui, produit de l'indol. Au reste, 50 colibacilles au litre ne témoignent pas toujours d'une souillure dangereuse, il peut ne s'agir que d'une souillure passagère de déjections de salamandres, de poissons ou même de fientes d'oiseaux. Cependant, il nous semble qu'en temps de guerre, la règle des 50 coli au litre doit être adoptée, comme étant la plus rationnelle.

Pour déceler la présence du colibacille, dans les services urbains, on se base uniquement sur la constatation de l'indol produit par ce germé cultivé en milieu peptoné; c'est une méthode simple de reconnaissance mais dont les conclusions ne peuvent être aussi précises que celles apportées par la méthode précédemment exposée. La technique en est facile, la culture du bactérium coli en eau peptonée, additionnée d'une quantité infime de nitrite et d'un peu d'acide sulfurique donne après 24 heures d'étuve une coloration rouge symptomatique.

Quant au bacille d'Eberth, il fut la cause de bien des déboires pour ceux qui le recherchèrent dans l'eau; même en période d'épidémie, on ne le rencontre pour ainsi dire jamais, et cependant l'eau est bien considérée comme la source la plus certaine de la fièvre typhoïde.

Pour remédier à cet inconvénient, tout le monde s'accorde aujourd'hui à considérer les eaux renfermant un grand nombre de colibacilles comme étant susceptibles de transmettre la dothiéntérie, et à les proscrire pour la consommation; car c'est dans ces eaux riches en bactérium coli que l'Eberth trouve un milieu particulièrement favorable à son développement.

b) *L'eau et la dysenterie.*

Il semble bien que l'éclosion de dysenterie bacillaire ou de syndromes dysentériques soit tributaire de l'ingestion d'eau. Le bacille de Schiga semble, en effet, très bien résister dans les eaux impures, alors qu'il meurt rapidement dans les eaux non souillées surtout si elles sont exposées à la lumière. La dysenterie est très fréquente dans les pays chauds où les eaux laissent si souvent à désirer quant à leur pureté; l'on a transcrit de nombreuses observations de dysenteries chez des gens ayant fait usage d'eaux de mauvaise qualité, des troupes en marche ont été atteintes d'accidents dysentériques après avoir consommé de l'eau stagnante.

En conclusion, la mise en évidence du bacille de Schiga étant pratiquement impossible, il convient de se méfier de toute eau stagnante, surtout si elle est odorante ou même trouble. Notons cependant qu'au cas d'infection massive des eaux, on peut avoir une chance — bien minime d'ailleurs — d'identifier le Schiga. Il pousse sur les milieux de culture usuels et ressemble morphologiquement au bacille d'Eberth dont il ne diffère que par son immobilité et son absence de pouvoir fermentatif, même sur le glucose. Il ne fait pas noircir les milieux au plomb et ne produit pas d'indol.

c) *Le choléra et l'eau.*

L'eau paraît être la cause de dissémination des épidémies comme pour la dysenterie; mais quoique ce fait soit indiscutable (distribution d'une épidémie sur le cours d'un fleuve, apparition d'épidémie autour d'un puits isolé), les mêmes obscurités que pour la fièvre typhoïde entourent le rôle de l'eau.

Cependant, la recherche du vibron cholérique est plus

facile que celle de l'Eberth. C'est un bâtonnet incurvé, présentant un cil polaire, liquéfiant la gélatine, donnant de l'indol sans addition de nitrites sur les milieux peptonés. Avec le bouillon, il se produit un trouble diffus et rapidement une pellicule à la surface du milieu. Repiqué sur gélatine, le vibrion donne de petites colonies blanc-jaunâtre qui produisent une liquéfaction en entonnoir renflé enchâssant une bulle d'air.

d) *Le vibrion septique et l'eau.*

Ce sont Chauveau et Arloing qui se rendirent compte les premiers que ce germe était l'agent de la gangrène gazeuse de l'homme et des animaux. On le trouve dans l'eau; et si en un point quelconque de la muqueuse digestive il se trouve une lésion, les accidents les plus graves peuvent alors se déclencher (gangrène de la bouche, angine de Ludwig, appendicite gangréneuse). On le mettra en évidence en choisissant pour milieu nutritif la gélose.

Les colonies apparaissent d'abord sous la forme de petites taches moyennes blanchâtres, qui, examinées avec un grossissement de 80 à 100 diamètres, ont une partie centrale d'où partent des arborisations qui viennent se perdre dans la gelée.

e) *Les bacilles putrides de l'eau.*

En envisageant plus haut la question du colibacille, nous avons fait quelques réserves quant à la valeur des interprétations faites au sujet de sa numération. Nous avons dit: « Plus de 50 colibacilles au litre et l'eau est dangereuse. » Il est certain qu'il en est ainsi dans la majorité des cas, mais il y a cependant une restriction à faire. En effet, parmi les espèces microbiennes putrides, se rangent, outre le Pro-

teus vulgaris, précisément certaines variétés de colibacilles. Or, il est de règle qu'une eau — pour être bue sans danger — ne doit pas contenir plus de 10 microbes putrides par litre. Philibert pense même que cette proportion est bien trop élevée et que la seule présence de bacilles putrides doit faire rejeter l'eau qui, dit-il, contient fatalement des matières en voie de putréfaction. On conçoit donc que la règle des 50 colibacilles au litre n'est valable qu'à la condition que ces « coli » n'appartiennent pas à une espèce putréfiante.

Comment mettre ces germes en évidence?

Méthode analytique.

On prépare un matras distributeur, dans lequel on va mettre :

100 cc. d'eau à analyser;

100 cc. d'eau peptonée à 6 % et phéniquée à 2,5 0/00;

2 cc. solution de sous acétate de plomb au 1/10.

On répartit ces 200 cc. dans 22 tubes.

18 contenant 10 cc.;

4 contenant respectivement 8, 6, 4, et 2 cc.

Après 48 heures d'étuve à 42°, on examine ces tubes.

Ceux qui ont un dépôt noirâtre (réduction du plomb par production d'hydrogène sulfuré ou sulfure) contiennent des espèces putrides.

On recherche l'indol dans tous les autres tubes.

Résultats.

1° Les tubes donnant simplement de l'indol, sans précipité noir, renferment du colibacille ordinaire;

2° Les tubes ayant noirci, mais ne donnant pas d'indol,

renferment des putrides autres que le colibacille et le proteus (ce peut être du Para B);

3° Les tubes ayant noirci et donnant de l'indol renferment du colibacille et du proteus.

La numération se fait par la méthode ordinaire, en admettant qu'il y a au moins un coli ou un proteus par tube ayant donné une réaction positive.

f) *Spirochétose ictéro-hémorragique et l'eau.*

Cette maladie survient le plus souvent après ingestion d'eau contaminée; la transmission par morsure de rat est pour ainsi dire exceptionnelle. L'examen direct de l'eau suspectée ne donne aucun résultat; la seule méthode à employer est l'inoculation d'une culture au cobaye. Ce dernier, mourant après une période variable de 3 à 8 jours, présente les lésions typiques de la spirochétose, c'est-à-dire foyers hémorragiques nombreux au niveau des viscères, foie gros et jaune, augmentation de volume des reins. Le spirochète se trouvant dans le sang de l'animal avant sa mort est long de 18 à 30 μ , et se caractérise par des corpuscules terminaux particulièrement volumineux.

Nous venons ainsi d'étudier les principaux microbes pathogènes de l'eau, ceux qui sont susceptibles d'y vivre et de s'y reproduire, ceux surtout qui confèrent — lorsqu'ils sont en nombre suffisant — la maladie de façon certaine. Il en est bien d'autres, qui peuvent se trouver dans le milieu aquatique, mais qui n'y puisent pas toujours les éléments vitaux suffisants ou qui tout au moins ne provoquent pas toujours et obligatoirement une atteinte de l'organisme. Nous ne citerons à titre de mémoire que le staphylocoque,

l'entérocoque, le streptocoque, si répandus dans la nature ; le bacille pyocyanique, la bactériidie de Davaine, les spores tétaniques, le bacille murispecticum de Koch, celui de Friedlander. Enfin, étant donnée la possibilité de contamination par voie intestinale, signalée par certains auteurs chez le jeune enfant, citons, en outre, le bacille de Koch.

Nous avons vu que les recherches microbiologiques entreprises au cours de cette étude étaient quelquefois incertaines et souvent difficiles. Insistons cependant sur le fait que leur utilité ne saurait être niée, puisque, en cas d'accidents épidémiques liés à la consommation trop hâtive d'eaux polluées, elles viennent apporter à la clinique une réponse affirmative, indispensable pour l'institution d'une thérapeutique efficace.

Mais mieux vaut prémunir que guérir. Aussi condamnons-nous les eaux stagnantes suspectes, facilement contaminables, et n'en permettrons-nous la consommation qu'après avoir établi la preuve de leur pureté. Nous pouvons avoir recours à l'inoculation au cobaye qui donne très souvent de bons résultats quoique assez tardifs.

On ensemence 10 cc. de bouillon avec 10 cc. d'eau suspecte, et l'on met à l'étuve à 37° quatre jours durant. Puis on inocule dans le péritoine du cobaye.

Si l'animal survit, quels que soient le nombre des microbes et la variété des espèces que renferme l'eau, elles ne sont pas pathogènes. S'il meurt ou présente des phénomènes morbides, l'eau renferme des germes pathogènes et son interdiction est formelle.

Conclusions.

Nous retiendrons trois points capitaux. On doit proscrire :

1° Toute eau qui contiendra un trop grand nombre de germes, quelle qu'en soit l'espèce :

Au-dessus de 10.000 au cc., elle est dangereuse;

Au-dessus de 100.000 au cc., elle est nocive;

2° Toute eau dans laquelle on retrouvera des microbes provenant des matières en décomposition. Aussi doit-on supprimer les eaux :

Contenant plus de 50 bactérium coli, par mesure d'extrême prudence;

Celles renfermant des bacilles de putréfaction (certaines variétés de coli et proteus);

Celles chez lesquelles on constate la présence de bacilles liquéfiant.

Et ici, nous serons d'accord avec l'analyse chimique, qui n'est en somme qu'un autre aspect analytique du même problème.

3° Toute eau qui renfermera des germes pathogènes.

CHAPITRE III

SURVEILLANCE SANITAIRE DE L'EAU POTABLE

AU POINT DE VUE TOXICOLOGIQUE

DANS LES RÉGIONS ÉPROUVÉES PAR LES GAZ DE COMBAT

Il est évident que de nombreuses substances toxiques peuvent être utilisées dans le but d'empoisonner des eaux devant logiquement servir à la consommation; étant donné leur grande variété, nous laisserons au chimiste le soin de les déceler par les réactifs appropriés. Nous nous bornerons ici à ne parler que de l'examen des eaux rendues toxiques par un contact plus ou moins prolongé avec les gaz de combat. Les eaux qui se trouvent dans les régions récemment éprouvées par les gaz, sont suspectes « *a priori* »; mais, cependant, il ne faut pas condamner toutes les eaux sans avoir fait la preuve de leur souillure, et c'est à quoi nous allons présentement nous attacher.

Il est bien difficile d'éviter la fastidieuse énumération des produits agressifs à déceler, sinon la clarté de l'exposé risquerait fort d'en souffrir. Nous ne mentionnerons d'ailleurs que

les principaux gaz de combat, ceux qui sont le plus couramment employés, et, ceux qui, d'autre part, sont capables de souiller l'eau en s'y dissolvant.

Le chlore et le brome ont été très employés par les Allemands durant la grande guerre. Ces halogènes sont relativement solubles dans l'eau, en lui donnant une saveur caractéristique. Leur recherche se fait par addition d'iodure de potassium, l'on voit apparaître une coloration violette par libération d'iode.

Le phosgène, suffocant comme les précédents, est un des gaz les plus dangereux ; il se décompose assez lentement dans l'eau en donnant du gaz carbonique et de l'acide chlorhydrique. Par addition d'une solution d'aniline à 2 %, on obtient un précipité blanc de diphenylurée.

C'est avec cette même solution d'aniline, que l'on peut déceler la palite et la surpalite, tous deux dérivés étherés du phosgène. Il se forme ce même précité blanc, ou tout au moins un louche.

Ces différents gaz en s'hydrolysant libèrent un peu d'acide chlorhydrique, que l'on décèle par les différents papiers réactifs usuels. D'on l'on peut conclure, que le premier réflexe de l'hydrologue est de se rendre compte si l'eau est acide. Il se trouve donc orienté directement vers la recherche de ces précédents gaz.

La chloropierine est stable en présence d'eau. On la reconnaît à l'aide d'une solution alcoolique de thiophénol à 2 %. On obtient une opalescence et parfois même un précipité blanchâtre lorsqu'elle est contenue dans l'eau en quantité suffisante.

L'ypérite, toxique vésicant, couramment employé, est peu soluble dans l'eau ; mais il n'en reste pas moins vrai que cette dernière devient toxique. Son goût est caractéristique. Le réactif de Grignard à base d'iodure cuivreux donne avec l'eau ypérite un précipité jaune, et, la solution de chlorure d'or, en présence d'ypérite, donne un trouble jaune.

Nous en arrivons maintenant aux différents gaz de combat dont l'arsenic est un des constituants : nous voulons par-

ler des arsines. Il est bien évident qu'en campagne, toujours préoccupé par le souci de donner une réponse rapide, nous ne chercherons pas à préciser qu'elle est l'arsine contaminante, ce travail est celui du laboratoire de l'arrière. Notre principale préoccupation est de savoir si nous pourrions livrer l'eau à la consommation, aussi ne nous adressons-nous qu'aux méthodes permettant en quelques instants de mettre en relief la présence d'arsenic.

1° Avec une solution d'hydrogène sulfuré, l'eau contaminée donnera un précipité jaune.

2° Avec l'appareil de Marsh, nous aurons une réaction de contrôle efficace.

L'eau suspecte étant mise au contact de zinc et d'acide sulfurique; en chauffant, il se dégage des vapeurs d'hydrogène arsénié, donnant une coloration brune au papier réactif de Deniges.

Nous finirons nos recherches par celle de l'acide cyanhydrique, dont nous connaissons l'extrême toxicité et la grande solubilité dans l'eau. Sa présence est signalée par la coloration bleu de Prusse obtenue en ajoutant à l'eau un sel ferrique et un sel ferreux en milieu acide.

Conclusion :

Lorsque la preuve de la pollution de l'eau par les gaz de combat est faite, notre devoir est de la condamner. Elle ne pourra être utilisée pour la boisson qu'après contrôle chimique précédé d'une épuration dont l'efficacité est encore assez problématique à l'heure actuelle.

CHAPITRE IV

DIVERS PROCÉDES DE RÉCUPÉRATION DES EAUX POLLUÉES

DANS LES POSTES AVANCÉS

Il est évident que l'on ne peut avoir recours qu'à des procédés rapides, ne demandant qu'un matériel réduit et peu coûteux. Les filtres de ménage sont insuffisants; le filtrage en grand, filtres à sables ou à sables submergés demandent une installation trop importante et trop longue. Les procédés de récupération par ozone, rayons ultra-violets sont dans le même cas. Il ne reste, en vérité, que les moyens sommaires, et nous allons exposer ici ceux qui nous semblent les plus efficaces.

Deux cas sont à envisager : celui des eaux contaminées par les espèces microbiennes pathogènes et les souillures organiques, et d'autre part, celui des eaux atteintes par les gaz de combat.

I. — *Eaux polluées par les souillures organiques et les germes pathogènes.*

Le plus simple de tous les procédés, le plus ancien aussi, est certes l'ébullition. Dix minutes suffisent pour stériliser une

eau polluée; ce temps d'ébullition est assez court pour éviter de perdre trop d'air et voir se déposer les sels qu'elle contient. Mais, cependant, elle perd de sa digestibilité, aussi, certains hydrologues recommandent-ils de la chauffer, une demi-heure durant, aux environs de 80°.

Souvent, on aura recours à la désinfection « chimique ». On utilisera surtout trois substances antiseptiques, l'eau de javel, le permanganate de potassium et l'iode.

1° *Eau de javel.*

A raison de 5 gouttes par 10 litres d'eau. Pour faire disparaître le goût désagréable du chlore, on mettra un cristal d'hyposulfite de soude (soit 1 mgr.). L'inconvénient de cette méthode est que l'eau de javel voit son taux de chlore varier avec le temps; ordinairement fixé à 35°, il descend rapidement à 10°. Aussi convient-il de se méfier de ce procédé.

2° *Permanganate de potassium.*

Mettre un cristal qui colore l'eau en rose claire. Attendre vingt minutes. Si la coloration disparaît au bout de ce temps, ajouter un nouveau cristal. On réduira également par un apport d'un à deux milligrammes d'hyposulfite.

3° *Iode.*

C'est le meilleur procédé, le plus sûr. Leger, Lesourd et Dumont qui ont fait de nombreux examens au laboratoire de la V^e armée, ont montré que l'eau devenait stérile après vingt minutes de contact.

Le procédé est, par ailleurs, avantageux, car le matériel demandé est minime. Deux flacons de 50 grammes suffisent à stériliser 200 litres d'eau!

Dans le premier : solution de Lugol (iode, 0 gr. 25, plus iodure de potassium, 0 gr. 50, et eau distillée, 50 gr.).

Dans le second : solution d'hyposulfite de soude (10 gr. de sel dans 50 gr. d'eau distillée).

On verse la solution de Lugol jusqu'à teinte rhum clair. Si la teinte s'éclaire après vingt minutes, ajouter quelques gouttes. Puis, verser un peu de la solution d'hyposulfite jusqu'à ce que la teinte naturelle de l'eau soit rétablie.

Tels sont les principaux modes de stérilisation à employer, lorsque les troupes auront occupé un nouveau territoire.

Et ce n'est que plus tard, si les événements le permettent, que les services compétents pourront installer un procédé de stérilisation « en grand », dont le plus courant est la javellisation, c'est-à-dire la purification de l'eau par le chlore à l'état liquide ou gazeux (verdunisation).

II. — *Cas des eaux rendues toxiques par contact avec les gaz de combat.*

L'eau se trouvant dans les régions contaminées par les gaz de combat doit être considérée comme dangereuse; elle ne peut être utilisée ni pour la boisson, ni pour des ablutions sans épuration préalable.

En effet, une matière toxique liquide ou soluble tombant dans l'eau s'y dissout partiellement, l'autre partie se dépose au fond. Si l'eau est stagnante ou à faible courant, le toxique peut subsister très longtemps, quelquefois des mois. En se dissolvant continuellement, il confère à l'eau son caractère toxique. Si l'eau est à fort courant, elle s'épure peu à peu, le temps de l'épuration dépend de la vitesse du courant, du degré de souillure initial, du débit; et une pareille eau ne peut être consommée qu'après contrôle chimique.

En ce qui concerne l'eau ypéritée, même si elle devient inoffensive pour l'organisme humain, grâce à une ébullition prolongée durant au moins 30 minutes, il n'en reste pas moins

qu'elle est pratiquement imbuvable (goût et odeur écœurants, très désagréables et persistants). Tout au plus pourra-t-on l'utiliser comme eau de lavage.

Quant aux eaux souillées par les autres agressifs persistants (arsines) la question de leur épuration par les charbons actifs n'est pas encore résolue de façon définitive.

Enfin, les procédés d'épuration bactériologique classiques ne donnent aucun résultat.

Il est donc recommandé d'interdire ces eaux; à cet effet, on utilise les matières colorantes, bleu de méthylène en particulier, pour signaler aux armées et aux populations les eaux contaminées et même simplement suspectes.

CONCLUSIONS

Elles seront avant tout pratiques. Nous nous bornerons à rappeler ici quels sont les éléments qui nous donnent le droit de condamner les eaux.

1° Au point de vue chimique. Recherche de la souillure organique et interdire les eaux renfermant par litre :

— 3 mgr. de matières organiques;

— 0,10 mgr. d'azote ammoniacal;

— 0,020 d'azote nitreux;

— et les eaux dans lesquelles on trouve la présence de phosphates.

La recherche du chlore est sans valeur absolue. Quant aux nitrates, il ne doivent pas dépasser en principe un taux supérieur à 0 gr. 002.

2° Au point de vue bactériologique. Proscrire les eaux :

a) contenant un trop grand nombre de germes (dangereuse au-dessus de 10.000 germes au cc.) ;

b) dans lesquelles on trouve des microbes provenant de matières fécales.

— Bacilles de putréfaction. Proteus et certains colibacilles;

— Germes liquéfiant;

— Par mesure d'extrême prudence, éviter les eaux renfermant plus de 50 coli au litre.

Ces résultats concordent d'ailleurs le plus souvent avec une analyse chimique mauvaise.

c) Toute eau, enfin, qui renfermera des espèces pathogènes.

3° Enfin interdire les eaux souillées par les gaz de combat dès que la preuve de la contamination sera faite.

En suivant ces règles, on peut être certain d'éviter tout accident. Et si ce point est capital, il nous faut cependant préciser que le but du présent travail n'a pas été seulement d'estimer ces conditions de « potabilité » ; nous avons voulu aussi préciser les méthodes pratiques et rapides à employer pour les établir.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

ROUSSY.

Vu : *Le président de thèse,*

L. TANON.

Vu : *Le doyen,*

TIFFENEAU.

BIBLIOGRAPHIE

L. TANON. — Précis d'hygiène.

J. COURMONT, Ch. LESIEUR, A. ROCHAIX. — Précis d'hygiène.

Ch.-O. GUILLAUMIN. — Des méthodes rapides de la surveillance des eaux dans le temps de paix et dans l'eau. Bulletin des biologistes pharmaciens N° 40.

F. COREIL. — L'eau potable.

A. PHILIBERT. — Précis de Bactériologie médicale.

P. HAUDUROY. — Dictionnaire des bactéries pathogènes.

R. FABRE. — Cours de défense passive enseigné à la Faculté de Pharmacie en mai 1939.

M. CLERC. — Désinfection après l'attaque aérienne. — *Monde Médical*, N° 936; Notice du 31 mars 1938 concernant l'organisation et le fonctionnement des services sanitaires en matière de défense passive.

Paris. — Imp. E. Desfossés, 13, Quai Voltaire.
